

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-191356

**(43)Date of publication of application : 21.07.1998**

(51)Int.Cl.

H04N 7/32

H03M 7/36

(21)Application number : 08-350187

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.1996

(72)Inventor : FUKUNAGA SHIGERU  
NAKAI TOSHIHISA

**(54) IMAGE ENCODER**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To decode a P(predictive coded) frame without waiting for an I(intra coded) frame that is later sent even when there is data loss and also to hasten recovery from picture deterioration.

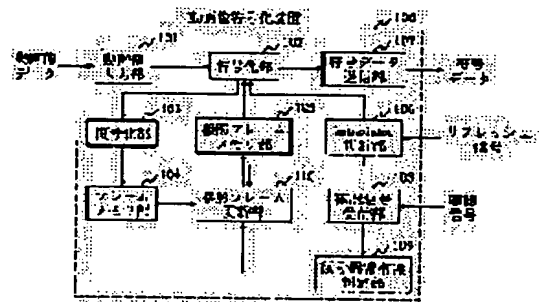
**SOLUTION:** An image encoder which controls the updation of a reference image based on a decoding abnormality existence signal and a frame number which are notified from an image decoder to the image encoder uses a signal (ACK signal) which represents no decoding abnormality as a decoding abnormality existence signal.

When a signal to no decoding abnormality does not arrive even after a fixed time passes, a decoding existence decoding part 109 decides that there is decoding abnormality. When it is confirmed that there is decoding abnormality, a reference frame updating part 110 establishes one of images that are normally sent at more previous past time than a frame number in which the abnormality is confirmed for the next reference image.

Thereby, because a frame that is normally decoded is

made a reference image when an image encoder enco

a P frame without waiting for an I frame that later arrives.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

**[Date of final disposal for application]**

[Patent number]

**[Date of registration]**

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-17562

**BEST AVAILABLE COPY**

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 12.09.2002  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-191356

(43) 公開日 平成10年(1998) 7 月21日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 4 N 7/32

H 0 4 N 7/137

A

H 0 3 M 7/36

H 0 3 M 7/36

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平8-350187

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 12 月 27 日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 12 号

(72) 発明者 福永 茂

東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 12 号 沖電気  
工業株式会社内

(72) 発明者 中井 敏久

東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番 12 号 沖電気  
工業株式会社内

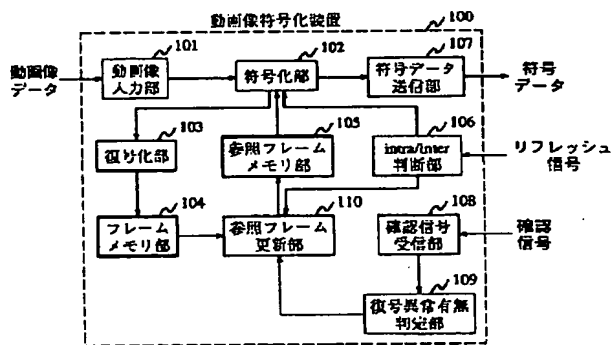
(74) 代理人 弁理士 大西 健治

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置

(57) 【要約】

【課題】 データ欠落があった場合でも、後に送信されてくる I フレームを待たずに P フレームの復号可能で、かつ画質劣化からの復帰を早める。

【解決手段】 画像復号化装置から画像符号化装置に対し通知される復号異常有無信号及びフレーム番号に基づいて、参照画像の更新を制御する画像符号化装置において、復号異常有無信号として、復号異常無しを表す信号 (ACK 信号) を使用し、復号異常無しの信号が一定時間経過しても到着しない時は復号異常有りと判定する復号有無判定部 109 を備え、復号異常有りと確認された場合は、その異常が確認されたフレーム番号より過去の時点において正常に送信された画像の中の 1 つを次の参照画像に制定する参照フレーム更新部 110 を備える。このことにより、画像符号化装置における符号化時に、正常に復号できたフレームを参照画像とする事ができるので、画像復号化装置では後に送られてくる I フレームを待たずに P フレームを確実に復号する事ができる。



第 1 の実施形態の画像符号化装置 (送信側) の機能構成例

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 参照画像を基準に、入力画像を順次予測符号化して出力する符号化手段と、当該符号化手段で符号化された符号化データとそのフレーム番号を画像復号化装置へ送信する手段と、当該画像復号化装置から通知される復号異常有無信号とそのフレーム番号に基づいて、参照画像の更新を制御する参照画像更新手段とを有する画像符号化装置において、

前記復号異常有無信号として復号異常無しを表す信号を使用し、その復号異常無しの信号が一定時間経過しても到着しない時は復号異常有りと判定する復号異常有無判定手段を備え、

前記参照画像更新手段は、前記復号異常有りと確認されたフレーム番号より過去の時点において正常に送信された画像の中の一つを、次の参照画像に制定することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項2】 前記参照画像更新手段は、前記入力画像のフレームを複数のブロックに分割し、そのフレームのフレーム番号と前記分割したブロックのブロック番号に基づき、参照画像を更新することを特徴とする請求項1に記載の画像符号化装置。

【請求項3】 前記参照画像更新手段は、前記復号異常無しと確認されたフレーム番号を最新受信番号として記録し、前記復号異常有りと確認されたときに最新受信番号のフレーム又はブロックを、次の参照画像に制定することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の画像符号化装置。

【請求項4】 前記参照画像更新手段は、前記符号化手段による符号化が終了した入力画像のフレーム番号を前記参照画像の候補として記憶するフレーム番号記憶部と、前記復号異常有無信号が復号異常有りを表すとき、当該復号異常有りと確認されたフレーム番号と、これより新しい時点において符号化された入力画像のフレーム番号を、前記フレーム番号記憶部から消去する消去部とを備え、前記フレーム番号記憶部に記憶されているフレーム番号の画像を参照画像に選択することを特徴とする請求項1、請求項2又は請求項3に記載の画像符号化装置。

【請求項5】 前記復号異常有無信号及びフレーム番号に基づいて、伝送路の状態を判定する伝送路状態判定手段と、前記伝送路状態判定手段の判定結果に基づいて、前記参照画像更新手段による参照画像の更新方法を切替制御する更新方法切替手段とを備えたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の画像符号化装置。

【請求項6】 前記更新方法切替手段は、前記伝送路状態判定手段において伝送路の状態が良いと判断された場合は、復号異常無しと確認した時に参照画像を更新する更新方法から、復号異常有りと確認した時に参照画像を戻す更新方法に、更新方法を切替えることを特徴とした請求項5に記載の画像符号化装置。

【請求項7】 前記更新方法切替手段は、前記伝送路状態判定手段において伝送路の状態が悪いと判断された場合は、復号異常有りと確認した時に参照画像を戻す更新方法から、復号異常無しと確認した時に参照画像を更新する更新方法に、更新方法を切替えることを特徴とした請求項5に記載の画像符号化装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像符号化装置に関する。例えば、画像伝送におけるデータ誤りや欠落等に起因した画像品質の低下を改善する機能に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、テレビ電話システム、テレビ会議システム、ビデオオンデマンド（VOD: Video On Demand）システム等といった動画像伝送システムの実現に向け、動画像符号化方法の国際標準化が進められており、代表的な国際標準規格として、ITU-T勧告H.261やMPEG（Moving Picture Experts Group）などが知られている。例えば、ITU-T勧告H.261においては、図3に示すように、時間順に並んだフレームを定期的にフレーム内符号化（Iフレームa, i）し、その間に並ぶPフレーム（フレーム間符号化フレーム）（b～h, j～）については前フレームを参照画像としてフレーム間符号化することにより時間的な変化に係わる冗長度の除去がなされている。以下、フレーム内符号化したフレームをIフレームと呼び、フレーム間符号化したフレームをPフレームと呼ぶ。

【0003】なお、係る技術を説明した文献として、「安田浩編著、マルチメディア符号化の国際標準、丸善、pp84-97、（1991）」がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、H.261は、前フレームを参照してフレーム間符号化を行なう符号化方式であるため、全フレームが確実に順序良く伝送される必要がある。従って、電話回線やISDN回線のように、相手方と回線を確立してからデータ伝送を開始できる場合には、データが途中で欠落することなく順次相手に届けることができるので伝送上の問題はない。

【0005】しかし、イーサネット等のようにLANやATMでは回線を確立させず、小さなデータ単位（パケットやセル）に分割して伝送することになるので、パケットが途中で欠落したり、経路の違いから順序が入れ替わったりする事態が生じ得る。

【0006】一般的には、係る事態を回避するために、送信側でパケットに通し番号を付加して伝送し、受信側で順番を並べ変えたり、到着確認や届かなかったパケットの再送要求を送信側に返送したりするプロトコル（TCP: Transmission Control Protocol等）を用いることにより、ネットワークの信頼性を向上させている。

【0007】しかしながら、ネットワークが不安定でパケットが頻繁に欠落するような場合には、上記プロトコルを用いて再送処理を行なうと遅延が蓄積されるので、動画像のリアルタイム伝送には不適切なこともある。特に新しい画像データが表示可能であるのなら、古いデータをわざわざ再送して表示するよりも、コマ落しになっても新しいデータを表示した方が良い場合もある。

【0008】また、1回のパケット送信により同時に多地点に向けてデータ伝送を実現する仕組みとしてブロードキャストやマルチキャストがあるが、ある1地点への伝送中にパケットの欠落が生じたからといって、上述のプロトコルのような再送処理を適用することになると、他の地点については、同じ内容のパケットが再送されることになるので、ネットワーク負荷が著しく上昇するという問題があった。

【0009】そこで、ブロードキャストやマルチキャストでは、再送処理を行わないプロトコル(UDP: User Datagram Protocol等)を使用するのが普通になっている。しかしその分、パケット欠落が発生する確率は高くなるという問題があった。

【0010】また、無線ネットワークを利用する場合には、パケット分割して伝送する場合だけでなく、回線を確立して伝送する場合でもデータの誤り率や欠落率が高くなるという問題があった。特に受信側で誤りを検出しても、誤り訂正能力以上の誤りが重畳された場合は、他の部分を正常に処理するためにある区間のデータを廃棄する方法も採られるため、データ欠落は有線ネットワークと比較して大きいという問題がある。

【0011】この他、送受信端末間の処理速度は必ずしも一致しないという問題もある。例えば、受信端末の処理速度の方が遅い場合、全画像フレームを復号処理して表示すると、処理待ちのフレームデータが蓄積され、遅延が大きくなる。そこで、このような場合には、受信側が適応的にコマ落しをする必要があるが、従来のフレーム間符号化を採用している場合は、前フレームの復号データがないと現フレームは復号できないので、コマ落しが自由に行なえないという問題があった。

【0012】例えば、図4のように、フレームeに途中でデータ欠落が生じたり、処理が間に合わずに復号できない事態が生じると、次のfフレームfが到着するまでは、その間のPフレーム(f, g, h)は正常に復号できなかった。

【0013】そこで、従来はこのようなデータ欠落やコマ落しが頻繁に発生するネットワークにおいては、全フレームを確実に伝送するため、全フレームをフレーム内符号化だけで伝送する方式が有効とされるが、かかる場合には、フレーム間符号化を行わないため時間的な冗長度の削減が期待できず、データ伝送効率が悪化する問題があった。

【0014】また、再送処理等、受信側から受信状況を

返送してもらい、それに応じて符号側で処理を行なう場合、伝送や復号に異常があった時に異常有りの受信確認信号(NACK: Negative Acknowledgement Signal)を送るシステムでは、以下のような問題がある。例えば、符号化データのうちデータ番号等、データを特定する情報に誤りが発生した時に、正確な誤りデータ番号を符号側に通知することができない可能性があり、符号側では、その間違った受信確認信号を無視するか、間違ったデータ番号に対応する全く別のデータに対して処理を行なうことになり、期待する動作が実現されないという問題があった。

【0015】また、この受信確認信号が不正確になる問題を解決するために、異常発生後で正しく伝送・復号されたデータ番号に基づいて、それまでの異常有りのデータ番号を推定し、受信確認信号をまとめて送るようになれば、間違ったデータ番号を返送する可能性はなくなるが、誤りが終了するまで受信確認信号の発送を遅らせる必要があり、遅延が大きくなり、画質劣化からの復帰が遅れるという問題もあった。

【0016】以上のことから、データ欠落等が頻繁に発生するようなネットワークを介して動画を伝送する場合にも、符号化効率の低下が見られず、しかも、画質劣化からの復帰が早い画像符号化方式が望まれている。

【0017】

【課題を解決するための手段】係る問題を解決するため、本発明においては、参照画像を基準に、入力画像を順次予測符号化して出力する符号化手段と、当該符号化手段で符号化された符号化データとその参照画像のフレーム番号(又はフレーム番号とブロック番号)を画像復号化装置へ送信する送信手段と、画像復号化装置から通知される復号異常有無信号、そのフレーム番号(又はフレーム番号とブロック番号)に基づいて、参照画像の更新を制御する参照画像更新手段とを有する画像符号化装置において、以下のようにしたことを特徴とする。

【0018】すなわち、前記復号異常有無信号として復号異常無しを表す信号(ACK: Acknowledgement Signal)を使用し、伝送・復号異常が無い場合は常に復号異常無しの信号を返送する。復号異常無しの信号が一定時間経過しても到着しない時は復号異常有りと判定する手段を備え、前記参照画像更新手段は、当該復号異常が確認されたフレーム番号より過去の時点において正常に送信された画像の中の一つを、次の参照画像に制定することを特徴とする。

【0019】また、本発明においては、画像復号化装置として、予測符号化されてなる符号化データとその参照画像のフレーム番号(又はフレーム番号とブロック番号)を伝送路を介して受信する受信手段と、当該受信手段によって受信された復号化データをその参照画像のフレーム番号(又はフレーム番号とブロック番号)を用いて復号する復号化手段と、復号化手段における各復号化

データの復号結果を表す復号異常有無信号とともに、当該符号データに対応するフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を画像符号化装置へ出力する復号異常有無信号送信手段とを有すること特徴とする画像復号化装置を使用するものとする。

【0020】このように、画像復号化装置から画像符号化装置に対し、先に受信した符号化データについての復号異常の有無を送信することにし、画像符号化装置における符号化時に、正常に復号できたフレーム（又はブロック）を参照画像とすることにしたので、画像復号化装置では、後に送られてくるIフレームを待たずにPフレームを確実に復号することができる。

【0021】また、復号異常有無信号として、復号異常無しを表す信号を利用しているので、常に正しいフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を符号化装置に返送することができるため、正確な処理が可能となる。また、誤りが終了してからのデータを待つ必要がないので、遅延を最小限に抑えることが可能である。

【0022】

【発明の実施の形態】

（A）第1の実施形態

以下、第1の実施形態に係る動画像符号化装置（送信側）の構成、動作及び効果について、図面を参照しながら説明する。ここで、本発明では、参照画像の更新処理を、フレーム単位、またはフレームを複数の領域に分割したブロック単位で実現する。フレーム単位で処理を行なう場合には、復号異常有無信号をフレームごとに返送し、参照画像をフレームごとに更新する。また、ブロック単位で処理を行なう場合には、復号異常有無信号をブロックごとに返送し、参照画像をブロックごとに更新する。なお、以下の説明では、フレーム単位の場合のみを説明している部分があるが、ブロック単位でも同様に構成・動作する。

【0023】（A-1）第1の実施形態の特徴

この第1の実施形態に係る動画像符号化装置（送信側）の特徴は、復号異常無しを表す確認信号（ACK信号）が到着したフレーム（又はブロック）を復号異常無しと判定し、到着しなかったフレーム及びブロックを復号異常有りと判定する手段109を新たに設け、参照フレームの更新を、ACK信号のみに起因して行なうようにした点である。

【0024】（A-2）第1の実施形態の構成

図1に、第1の実施形態に係る動画像符号化装置（送信側）100の機能構成図を示す。

【0025】この図1において、動画像符号化装置（送信側）100は、動画像入力部101と、符号化部102と、復号化部103と、フレームメモリ部104と、参照フレームメモリ部105と、intra/inter 判断部106と、符号データ送信部107と、確認信号受信部108と、復号異常有無判定部109と、参照フレーム更

新部110とから構成されている。

【0026】動画像入力部101は、ビデオカメラ等から入力された動画像データをフレーム毎に符号化部102へ渡す手段である。

【0027】符号化部102は、入力されたフレームデータをフレームごと、又は、その一部であるブロックごとに符号化する手段であり、符号データを復号化部103と符号データ送信部107へ渡す。この符号化に際しては、intra/inter 判断部106の指示に従ってフレーム内符号化とフレーム間符号化を切替えて行なう。ここでintraとはフレーム内符号化を表し、interとはフレーム間符号化を表している。なお、符号化部102は、フレーム間符号化時には参照フレームメモリ部105にあるフレームデータを参照して符号化する。

【0028】復号化部103は、符号データを再度復号化し、復号したフレームデータをフレームメモリ部104へフレーム番号と共に書き込む手段である。

【0029】フレームメモリ部104は、毎フレームデータを記憶するメモリ回路などの媒体であり、参照フレーム更新部110によって参照フレームが更新される毎に不要になったデータが消去される。

【0030】参照フレームメモリ部105は、フレーム間符号化に使用する参照フレームデータを記憶するメモリ回路などの媒体であり、参照フレーム更新部110によって更新される。

【0031】intra/inter 判断部106は、フレーム内符号化を行なうか、フレーム間符号化を行なうかを判断する手段である。通常は定期的（例えば30フレームごと）にフレーム内符号化を行ない、その他の期間はフレーム間符号化を行なうが、受信側の動画像復号化装置（図示せず）からリフレッシュ信号を受信した場合は、強制的にフレーム内符号化を行なうように制御する。フレーム内符号化と判断した場合は、符号化部102と参照フレーム更新部110へその旨を通知する。

【0032】符号データ送信部107は、符号化された動画像データを受信側の動画像復号化装置へ送信する手段である。この送信データにはintra/inter を表すフラグや参照フレーム番号などを多重する。また、必要に応じて送信元情報や送信先情報なども多重して伝送する。

【0033】確認信号受信部108は、受信側の動画像復号化装置がどのフレーム（又はブロック）を復号できたかという確認信号（復号異常有無信号）を受信する手段であり、受信した復号異常有無信号を復号異常有無判定部110へ渡す。

【0034】復号異常有無判定部109は、確認信号受信部108から受けた復号異常有無信号に基づいて、復号異常無しを表す確認信号（ACK信号）が到着したフレーム（又はブロック）を復号異常無しと判定し、一定時間以上経過しても到着しなかったフレーム（又はブロック）を復号異常有りと判定する手段であり、復号異常

判定結果及び、フレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を参照フレーム更新部110に渡す。

【0035】参照フレーム更新部110は、intra/inter判断部106や復号異常有無判定部109からの指示に従い、参照フレームを更新する手段である。参照フレーム更新方法は、通常は毎フレームを参照フレーム画像とし、復号異常が有る時に、参照フレームを復号異常の無い過去のフレーム（又はブロック）に戻す方法を採用する。また、intra/inter判断部106からフレーム内符号化の指示を受けた場合は、現フレームのデータをフレームメモリ部104から参照フレームメモリ部105へコピーし、フレームメモリ部104の全フレームデータを消去する。

【0036】ここで、参照フレーム更新部110を機能をさらに詳細機能ブロックに分けて説明する。図2に参照フレーム更新部110の詳細機能構成図を示す。この図2において、参照フレーム更新部110は、フレーム番号設定部111と、最新受信番号検出部112と、候補番号消去部113と、参照フレーム候補番号記録部114と、データコピー部115とから構成されている。

【0037】フレーム番号設定部111は、復号異常有無判定部109から復号異常有りの判定結果を受けた場合には、その誤りフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を最新受信番号検出部112と候補番号消去部113に渡す手段であり、最新受信番号検出部112から返された最新受信番号を参照画像としてコピーすべきフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）として設定し、これをデータコピー部115に渡すよう動作する。

【0038】また、フレーム番号設定部111は、最新受信番号検出部112から「候補番号なし」という情報を受けた場合、復号異常はなかったものと判断し、処理を中断するよう動作する。

【0039】また、フレーム番号設定部111は、復号異常有無判定部109から復号異常無しの判定結果を受けた場合には、その誤りなしフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を候補番号消去部113に渡すよう動作する。

【0040】最新受信番号検出部112は、参照フレーム候補番号記録部114に記録してある候補フレーム番号リストを検索し、フレーム番号設定部111から受けた誤りフレーム番号が記録されているか否かを確認する。

【0041】確認の結果、フレーム番号設定部111から受けた誤りフレーム番号が候補フレーム番号リストに記録されている場合には、最新受信番号を検出してフレーム番号設定部111へ返すよう動作する。なお、確認の結果、フレーム番号設定部111から受けた誤りフレーム番号が候補フレーム番号リストに記録されていない場合には、最新受信番号検出部112は、「候補番号な

し」という情報をフレーム番号設定部111へ返すよう動作する。

【0042】候補番号消去部113は、フレーム番号設定部111から誤りフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を受けた場合には、誤りフレーム番号（又は当該ブロックの誤りフレーム番号）と、そのフレーム番号より時間的に新しいフレーム番号とを参照フレーム候補番号記録部114に記録してある候補フレーム番号リストから消去する手段である。これにより、参照フレーム候補番号記録部114に、復号異常の無いフレーム番号だけを残すことができる。なお、この時同時に、対応するフレーム番号のフレームデータを、フレームメモリ部104から消去しても良い。

【0043】また、候補番号消去部113は、フレーム番号設定部111から誤りなしフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を受けた場合には、その番号を最新受信番号として参照フレーム候補番号記録部114に記録し、そのフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）より時間的に古いフレーム番号を参照フレーム候補番号記録部114に記録してある候補フレーム番号リストから全て消去するよう動作する。なお、この時同時に、消去したフレーム番号のフレームデータを、フレームメモリ部104から消去しても良い。

【0044】参照フレーム候補番号記録部114は、フレームメモリ部104に記録されているフレームデータの番号を管理し、参照フレームに用いて良い最新受信番号とその候補の番号のリストを記録する手段である。リストはブロック毎に管理しても良い。従って、参照フレーム候補番号記録部114は、符号化部102で符号化された最新のフレームデータがフレームメモリ部104に記録される度に、そのフレーム番号を候補リストへ追加する。なお、参照フレーム候補番号記録部114では、候補フレーム番号のリストを用意するように説明したが、直接フレームメモリ部104にヘッダ情報として追加記録し、その情報を管理するようにしても良い。

【0045】データコピー部115は、通常、符号化部102の処理タイミングに合わせて最新のフレームデータをフレームメモリ部104から参照フレームメモリ部105へコピーする手段である。なお、データコピー部115は、フレーム番号設定部111から最新受信番号を受けた場合は、そのフレームデータをフレームメモリ部104から参照フレームメモリ部105へコピーするよう動作する。

【0046】（A-3）第1の実施形態の動作次に、第1の実施形態に係る動画像符号化装置（送信側）の動作を説明する。

【0047】動画像符号化装置は、受信側の動画像復号化装置から返される復号異常有無信号によって、予測符号化に使用する参照画像を適宜切替える。復号異常有無信号には、復号異常無しを表す信号（ACK信号）を使

10

20

30

40

50

用し、復号異常がある場合は信号は返されない。

【0048】復号異常のない時は、毎フレーム参照画像を更新することにより、従来のH. 261と同様、直前のフレームを常に参照する符号化を実現する。また、復号異常を検出すると、参照画像を受信確認できている最新のフレームに戻して符号化する。

【0049】図5に動画像符号化装置の参照フレーム更新部を適用した場合における符号化動作例を示す。この図は、説明を簡単にするため、各フレームが一つのブロックからなる例を示しているが、複数のブロックに分割

した場合も、それぞれのブロックで同様の動作をする。  
【0050】通常は、毎フレーム参照フレームを更新する。また、ACK信号が到着した時は、そのフレーム（又はブロック）を最新受信番号として記録する。例えば、フレームeを符号化する時点での最新受信番号はフレームcである。フレームdで伝送誤りが発生すると、動画像復号化装置はフレームdを復号できず、フレームdに対応するACK信号を返送しない。一方、動画像符号化装置は、ACK信号が到着しないことに起因してフレームdの復号異常を検出し、参照フレームをその時点での最新受信番号（フレームc）のフレームに戻してフレームfの符号化を行なう。

【0051】このようにすることによって、フレームeは、動画像復号化装置がフレームdの復号異常検出前に既に符号化・伝送してしまっているため、動画像符号化装置で復号することができないが、次のフレームfからは正常に復号が可能となり、伝送誤りによる復号異常からの素早い復帰が実現できる。

【0052】また、フレームdの復号異常検出時に、動画像符号化装置では、誤りのあったフレームdとそれより新しい全フレーム（図の例ではフレームeのみ）を、参照フレーム候補番号リストから消去する。これにより、伝送誤りの発生したフレームdと、フレームdを参照しているため復号異常が発生するフレームeを参照画像に選定することがなくなる。また、以下の説明のようにフレームeの復号異常に対する処理を省略することができる。また、この時同時に対応する番号のフレームデータを、フレームメモリ部104から消去しても良い。この場合、必要のないフレームデータを適宜消去できるので、メモリサイズが小さいシステムでは、必要なデータをメモリ不足で消去してしまうことが少なくなり、符号化効率の低下を回避できる。

【0053】フレームeは、動画像復号化装置では復号できないため、対応するACKは返送されない。従って、動画像符号化装置ではフレームeに対しても復号異常を検出する。この時、フレームeに対しても参照フレームを戻す処理を行なうと、フレームgもフレームcを参照してしまい、符号化効率が低下してしまう。しかし、フレームeは既に参照フレーム候補リストから削除されているため、「候補番号なし」という情報が出力さ

れ、最新受信番号のフレームに参照フレームを戻す処理は行なわれないので、符号化効率の低下を回避できる。

【0054】図6に、ACK信号に誤りが発生した場合の符号化動作例を示す。フレームdに対応するACKに伝送誤りが発生した場合、動画像符号化装置では、フレームdの復号異常であると検出し、参照フレームを最新受信番号のフレームcに戻してフレームfを符号化する。動画像復号化装置では、フレームdは正しく受信できているにも係わらず、参照フレームを戻す処理を行なうため、フレームfの符号化効率がやや低下してしまう。しかし、復号できないフレームは全く発生せず、他のフレームにもほとんど影響がない。復号異常有無信号として復号異常有りの信号（NACK信号）を利用した場合には、NACK信号の伝送誤りにより、復号不可能となるフレームが発生し、影響がやや大きいものに対し、ACK信号の伝送誤りでは、主観的評価ではほとんど問題ではないぐらい符号化効率の低下を小さいものに抑えることができる。

【0055】（A-4）第1の実施形態の効果

以上のように、第1の実施形態によれば、伝送誤りの発生しない時は、参照フレームを毎フレーム更新できるので、ITU-T勧告H. 261等の一般の符号化方式に比べ符号化効率を同じ程度にすることができる。また、伝送誤りが発生した場合、既に符号化が完了しているフレームについては、その正常な復号を保証し得ないが、それ以降に復号化されるフレームについては1フレームを待つまでもなく正常に復号化でき、符号化効率が低下するおそれがないという効果が得られる。

【0056】さらに、復号異常有無信号として、復号異常無しの信号（ACK信号）を利用したことにより、フレーム番号やブロック番号を常に正確に伝送することが可能であり、また、誤り終了後の正常データを待つ必要もないので、遅延を最小限に抑えることができる。また、ACK信号に伝送誤りが発生した場合でも、符号化効率がやや低下するだけで、新たに復号不可能なフレームを生じない。

【0057】また、参照フレーム候補番号リストをチェックする機能を設けたことにより、連続して復号異常ありと検出された場合でも、2番目の復号異常による参照フレームを戻す処理を適宜省略することができ、符号化効率の低下を回避することができる。

【0058】（A-5）第1の実施形態の変形例

（1）上述の実施形態においては、フレーム内符号化時には、参照フレーム更新部109がフレームメモリ部104からフレームデータを参照フレーム部105へコピーするように説明したが、これに限定するものではない。例えば、intra/inter 判断部106からフレーム内符号化要求信号を復号化部103へ与えるようにすると共に、フレーム内符号化時には復号化部103から直接参照フレームメモリ部105へフレームデータを書き込



むように構成しても好ましい。この場合、コピーする処理を省略することができるので、構成を簡略化することができる。

【0059】(2) また、図1では、参照フレームメモリ部105とフレームメモリ部104を別々に分けて構成したが、このような構成に限定するものではない。一つのメモリ上にフレームデータを書き込み、参照フレームはメモリ位置を示すポインタ等で表すようにしても好ましい。この場合に、参照フレーム更新時にフレームメモリ部104から参照フレームメモリ部105ヘデータをコピーする必要がなく、ポインタを移動させるだけで実現できるので、回路構成を簡単にすることができる。

【0060】(B) 第2の実施形態

以下、第2の実施形態に係る動画像符号化装置(送信側)の構成、動作及び効果について、図面を参照しながら説明する。

【0061】(B-1) 第2の実施形態の特徴

ここでは、復号異常無しを表す確認信号(ACK信号)に起因した参照フレーム更新の方法のうち、第1の実施形態とは異なる更新方法を示し、ACK信号だけを使用してその方法と第1の実施形態の更新方法とを、伝送路の状態に応じて適応的に切替える動画像符号化装置について説明する。

【0062】図10に別の更新方法における符号化動作例を示す。この更新方法は、ACK信号の到着したフレームやブロックだけを参照画像として更新し、到着しなかった時は更新を行なわないことを特徴とする。

【0063】例えば、フレーム(a, b, c)は正常受信したと受信側からACK信号による通知があったので、通知のあった時点で参照フレームを適宜切り替え、次のフレームを符号化する。

【0064】フレームdは伝送中に誤りが発生したため、ACK信号による通知はないので、フレームdを参照フレームとはせず、正常に受信されているフレームcをそのまま参照フレームとして、次のフレームfを符号化する。

【0065】この更新方法では、常に正しく受信が確認されたフレームを参照フレームとして符号化するので、受信側でも後に送られてくるIフレームを待つことなく、Pフレームの復号が可能であり、フレーム欠落発生時にも符号化効率をほとんど下げることがない。ただし、送信側が符号化データを送信してからACK号を受信するまでの往復伝搬遅延が大きい場合には、次のフレームの符号化を開始するまでに全フレームのACK信号が到着しないため、伝送誤りのない状態でも常に2フレーム以上前を参照してしまうため、やや符号化効率が低下してしまう。

【0066】図10に示した更新方法は、伝送誤りのない時に参照フレームを更新する方法であり、第1の実施形態で示した更新方法は、伝送誤りのある時に参照フレ

ームを更新する方法である。今後、前者(図10に示した更新方法)をActiveモード、後者(第1の実施形態に示した更新方法)をNegativeモードと呼ぶ。Activeモードは、伝送状態が悪い時に有効であり、Negativeモードは伝送状態の良い時に有効である。従って、これら2つのモードを伝送状態に応じて切替えると、良い符号化効率が実現できる。

【0067】第2の実施形態に係る動画像符号化装置(送信側)の特徴は、復号異常有無信号を用いて伝送路の状態を判定する手段203と、伝送路の状態によってActive/Negativeモードの更新方法を切替える手段204と、切替えられた更新モードに従って、参照フレームを適応的に更新する手段202とを設けた点である。

【0068】そして、伝送路の状態が良いと判断された場合には、Negativeモードに切替え、毎フレームごとに参照フレーム画像を更新し、伝送異常がある時だけ受信確認したフレームに参照フレームを戻す。一方、伝送路の状態が悪いと判断された場合には、Activeモードに切替え、受信の確認がなされた時に、参照フレーム画像を随時更新する。

【0069】(B-2) 第2の実施形態の構成  
図7に、第2の実施形態に係る動画像符号化装置(送信側)200の機能構成図を示す。なお、図7においては、第1の実施形態に係る動画像符号化装置(送信側)100の構成を示した図1と同一機能を有する部分には、同一符号を付して示しており、ここでの説明は省略し、異なる部分、すなわち、復号異常有無判定部201と、参照フレーム適応更新部202と、伝送状態判定部203と、更新方法切替部204についてのみ説明する。

【0070】復号異常有無判定部201は、復号異常有無判定部109と同様に確認信号受信部108から受けた復号異常有無信号に基づいて、復号異常無しを表す確認信号(ACK信号)が到着したフレーム(又はブロック)を復号異常無しと判定し、一定時間以上経過しても到着しなかったフレーム(又はブロック)を復号異常有りと判定する手段であり、復号異常判定結果及び、フレーム番号(又はブロック番号)を参照フレーム更新部110と伝送状態判定部203にそれぞれ渡す。

【0071】参照フレーム適応更新部202は、intra/inter判断部106や復号異常有無判定部201、更新方法切替部204からの指示に従い、参照フレームを適応的に更新する手段である。

【0072】参照フレーム更新方法にはActiveモードとNegativeモードの2つの方法がある。Activeモードは、復号異常の無かったフレーム(又はブロック)を随時参照フレーム画像とする方法であり、Negativeモードは、通常は毎フレームを参照フレーム画像とし、復号異常が有る時に、参照フレームを復号異常の無い過去のフレーム(又はブロック)に戻す方法である。

【0073】この参照フレーム適応更新部202は、更新方法切替部204からの指示により、ActiveモードとNegativeモードとを切替える。

【0074】例えば、Activeモード時、復号異常有無判定部201から「復号異常無し」を受けると、参照フレーム適応更新部202は、そのフレームデータ（又はブロックデータ）をフレームメモリ部104から参照フレームメモリ部105へコピーする。このとき、そのフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）より時間的に古いフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）のデータをフレームメモリ部104から消去しても良い。なお、「復号異常有り」を受けたときは、何も行なわないが、参照フレーム候補番号リストから、当該フレーム番号（又はブロック番号）を消去しても良く、さらにその番号のデータをフレームメモリ部104から消去しても良い。

【0075】一方、Negativeモード時、参照フレーム適応更新部202は、通常時は符号化部102の符号化タイミングと同期して、毎フレームデータ（又はブロックデータ）をフレームメモリ部104から参照フレームメモリ部105へコピーする。ここで、復号異常有無判定部201から「復号異常無し」を受けた場合は、それまでに到着した過去のフレーム（又はブロック）のうち、復号異常無しの確認が取れている最新のフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を記録している最新受信番号を更新する。この時、フレームメモリ部104から最新受信番号より時間的に古いデータを消去しても良い。なお、「復号異常有り」を受けたときは、参照フレームを戻すために最新受信番号のフレームデータ（又はブロックデータ）をフレームメモリ部104から参照フレームメモリ部105へコピーする。

【0076】ちなみに、intra/inter 判断部106からフレーム内符号化の指示を受けた場合、参照フレーム適応更新部202は、現フレームのデータをフレームメモリ部104から参照フレームメモリ部105へコピーし、フレームメモリ部104の全フレームデータを消去する。

【0077】伝送状態判定部203は、復号異常有無判定部201から受けた復号異常の有無判定結果をもとに、現在の伝送状態を判定する手段であり、判定結果を更新方法切替部204へ渡す。ここで、伝送状態は「良」と「悪」の2段階がある。例えば最近のNフレーム（又はNブロック）のうちMフレーム（又はMブロック）以上に伝送異常があると「悪」と判定し、それ未満の時は「良」とする（ $N \geq M$ ）。

【0078】また、Lフレーム（又はLブロック）以上連続で伝送異常があると「悪」と判定する。判定基準は同時に複数存在しても良く、その場合は全ての基準で「良」の時だけ「良」と判定し、どれか1つの基準でも「悪」の場合は「悪」と判定する。また、全ての基準で

「悪」の場合のみ「悪」と判定するようにしても良い。

【0079】更新方法切替部204は、伝送状態判定部203で判定された伝送状態に合わせて、参照フレーム適応更新部202で実行する更新方法のモード切替を行なう手段である。例えば、判定結果が「良」である場合には、Negativeモードに切替え、判定結果が「悪」である場合には、Activeモードに切替える。

【0080】ここで、参照フレーム適応更新部202の機能をさらに詳細機能ブロックに分けて説明する。

10 【0081】図8に、参照フレーム更新部202の詳細機能構成例を示す。なお、図8においては、第1の実施形態に係る参照フレーム更新部110の詳細構成を示した図2と同一機能を有する部分には、同一符号を付して示しており、ここでの説明は省略し、異なる部分、すなわち、フレーム番号適応設定部205についてのみ説明する。

【0082】フレーム番号適応設定部205は、更新方法切替部204で切替えられた更新方法のモードによって、それぞれ異なる動作をする。

20 【0083】例えば、Activeモードの場合、フレーム番号適応設定部205は、復号異常有無判定部201から復号異常無しの判定結果を受けた場合には、同時に受けたフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を、コピーすべきフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）として設定し、これをデータコピー部115に渡すよう動作する。また、同時に、誤り無しのフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を候補番号消去部113に渡すよう動作する。

30 【0084】また、フレーム番号適応設定部205は、復号異常有無判定部201から復号異常有りの判定結果を受けた場合には、その誤りフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を候補番号消去部113に渡すよう動作する。

【0085】一方、Negativeモードの場合、フレーム番号適応設定部205は、復号異常有無判定部201から復号異常有りの判定結果を受けた場合には、その誤りフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を最新受信番号検出部112と候補番号消去部113に渡す手段であり、最新受信番号検出部112から返された最新受信番号を参照画像としてコピーすべきフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）として設定し、これをデータコピー部115に渡すよう動作する。

【0086】また、フレーム番号適応設定部205は、最新受信番号検出部112から「候補番号なし」という情報を受けた場合、復号異常はなかったものと判断し、処理を中断するよう動作する。

50 【0087】また、フレーム番号適応設定部205は、復号異常有無判定部109から復号異常なしの判定結果を受けた場合には、その誤りなしフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）を候補番号消去部113に

渡すよう動作する。

【0088】(B-3)第2の実施形態の動作次に、第2の実施形態に係る動画像符号化装置(送信側)の動作を説明する。

【0089】第2の実施形態は、受信側からの受信確認により伝送状態を判定し、伝送状態により参照フレームの更新方法を移行しながらフレーム間符号化を行なっている。

【0090】なお、受信側の動作については、モードに依存しない。すなわち、受信側は、常に復号異常無しの信号(ACK信号)だけを送信側へ返すだけで良く、第1の実施形態にて説明したのと同様、符号データに多重された参照フレーム番号及びブロック番号をもとに参照フレームを更新して復号動作を繰り返している。

【0091】送信側は、ACK信号により伝送路の状態を判定し、更新モードを切替える。

【0092】まず、通常時、送信側は、Negativeモードで参照フレーム画像を更新し、更新された参照フレーム画像にもとづいて画像符号化を行なっている。

【0093】ここで、伝送状態判定部203は、伝送状態を常に監視しており、いくつかの判定基準により伝送状態が「悪」とであると判定されると、参照フレーム更新方法をNegativeモードからActiveモードに切替え、伝送状態が劣悪な場合に適合した符号化モードに移行する。図9の例では、伝送異常が2回連続して判定された段階で、伝送状態が「悪」とであると判定されている。

【0094】すなわち、伝送誤りの発生したフレームdに対するACK信号と、フレームdがなくて正常復号ができなかったフレームeに対応するACK信号が連続して到着しなかった段階で、伝送状態が「悪」と判定され、次のフレームgの符号化時にはActiveモードに移行し、参照画像をフレームcのまま更新せずに符号化が行なわれる。

【0095】このように、参照フレーム更新モードがActiveモードに移行すると、ACK信号を受信した時に参照フレームの更新が行なわれ、ACK信号を受信しなかった時には参照フレームの更新が行なわれない。

【0096】Activeモード時に、伝送状態判定部203による伝送状態の判定が「良」と判定された時点で、再び、Negativeモードに戻る。図9では伝送異常無しが4フレーム連続した時点で伝送状態が「良」と判定されている。

【0097】即ち、フレームl, m, n, oのACK信号が連続して到着した時点で、伝送状態が「良」とであると判定され、次のフレームqの符号化時にはNegativeモードに移行し、直前のフレームpを参照して符号化が行なわれる。

【0098】このように、伝送異常の無い通常時には、Negativeモードにより参照フレーム画像を毎フレーム更新するので、往復伝送遅延が大きい場合でも符号化効率

の低下を心配しなくて良い。また、Negativeモードを採用すると伝送異常発生後に復号不可能なフレームが現れるが、伝送異常の少ない時には、これによる画質劣化はあまり目立たず、逆に伝送異常の無い区間での画質が主観的に有効となるため、Negativeモードでの画質劣化は少ない。

【0099】一方、伝送異常の多い時は、Activeモードを採用することにより、復号不可能なフレームもなく、極端な画質劣化はない。特に誤りが連続する時には、従来の符号化はもちろん、Negativeモードと比較しても1〜5dB程度良い結果が得られる。

【0100】(B-4)第2の実施形態の効果以上のように、第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様、受信できたフレームを参照して符号化を行なうため、次の1フレームを待たずに復号処理を行なうことができ、符号化効率も良い。また、伝送状態によって、参照フレームの更新方法を適応的に切替えるようにしたので、最適な符号化効率を実現することができた。

【0101】さらに、伝送異常が無い通常時には、参照フレーム画像を毎フレームごとに更新できるので、往復伝送遅延が大きい場合でも符号化効率を低下させなくて良い。また、伝送異常が少ない時には、定常時の符号化効率の良いNegativeモードを採用するので、画質劣化が少なく済む。さらに、伝送異常の多い時には、誤り発生時の画質劣化の少ないActiveモードを採用するので、急激な劣化もなく画質を安定させることができる。

【0102】また、どちらの更新モードにおいても、復号異常有無信号として異常無しを表すACK信号のみを使用するので、モード切替による複雑さが低減する。また、フレーム番号やブロック番号を常に正確に伝送することが可能であり、誤り終了後の正常データを待つ必要もないので、遅延を最小限に抑えることができる。また、送信側で行なう更新モード切替のための伝送状況判定には、復号異常有無信号を流用するので、伝送状況判定のために新しく伝送する情報を追加する必要がなくて済む。

【0103】さらに、受信側の動作は参照フレームの更新モードに依存しないので、切替えは送信側のみで行なえば良く、受信側へ通知する必要がない。従って、受信側の構成を変更する必要がないだけでなく、モード切替による余分な伝送負荷の増加を抑えることができる。特に、モード切替が発生する時は、伝送路の状態が変化する時であり、送受信間で確実に情報を交換するには誤り訂正符号を付加したり、再送処理を行なうなどかなりの誤り保護を行なう必要がある。従って、モード切替えの情報を伝送する必要のないことは、極めて有効である。

【0104】(B-5)第2の実施形態の変形例

(1)なお、第2の実施形態では、伝送状態を「良」と「悪」の2段階とし、更新方法を2モードで実現する説明をしたが、これに限定するものではない。3モード以

上を設定しても良く、例えば「極悪」段階を追加し、連続してほとんどのデータに異常がある場合には、量子化を荒くした符号化を行ない、符号量を削減することにより誤りの発生する確率を低くするようにしても良い。

【0105】(2) また、第2の実施形態では、モード切替えは送信側だけで行ない、受信側へは通知しない構成を説明したが、これに限定するものではない。受信側へ通知する構成にしても良く、これにより受信側がフレームメモリ部の消去等を最適に行なうようにしても良い。例えば、Activeモードの時は、参照フレームに選定されたフレーム（又はブロック）より時間的に古いデータは消去することができる。

【0106】(3) また、第2の実施形態では、モード切替えを受信側で行なうようにしても良い。確認信号ではフレームやブロック単位の誤り率しか検出できないが、受信側ではCRCにより伝送路のビット単位の誤り率が検出できるので、きめの細かい対応が可能となる。受信側では検出した誤り率をもとに、モード指定まで行なっても良く、また検出した誤り率を送信側へ送り、それをもとに送信側でモード切替えを行なっても良い。

【0107】(4) さらに、第2の実施形態では、Lフレーム以上連続して異常が検出された場合、又はLブロック以上連続して異常が検出された場合に、伝送路の状態が悪いと判定したが、連続する数フレームのうち、同じ位置のブロックについて、復号異常が連続した場合に伝送路の状態が悪いと判定しても良い。

【0108】(5) また、第2の実施形態では、伝送状態を復号異常有無信号の数により自動的に判定するように説明したが、手動で強制的に行なうようにしても良い。例えば、送信側の使用者が強制的に更新モードを切替えるようにしても良い。また、受信側の使用者が切替えるようにするために、切替信号を送信する仕組みを付加しても良い。

【0109】(C) 他の利用形態

(1) 上述の各実施形態において説明した動画像符号化装置は、ハードウェアによって実現してもソフトウェアによって実現しても良い。

【0110】(2) また、上述の各実施形態においては、被伝送データを動画像データとして説明したが、被伝送データは、音声データであっても、2値データであ

っても良い。

【0111】  
【発明の効果】以上のように、本発明によれば、画像復号化装置から画像符号化装置に対して、復号異常有無信

号とフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）とを送信させることにし、一方、画像符号化装置側では、当該復号異常有無信号及びフレーム番号（又はフレーム番号とブロック番号）に基づいて、参照画像の更新を制御させるようにしたことにより、符号化データを送信する伝送路が、伝送誤りの少ない伝送品質の高い伝送路である場合には高画質を維持でき、伝送誤りの多い伝送品質の低い伝送路である場合には、後に送られてくるIフレームを待たずにPフレームを復号できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の画像符号化装置（送信側）の機能構成例を示すブロック図である。

【図2】第1の実施形態の参照フレーム更新部の詳細機能構成例を示すブロック図である。

【図3】従来の符号化動作例を示す概念図である。

【図4】従来の伝送誤り発生時の符号化動作例を示す概念図である。

【図5】第1の実施形態の伝送誤り発生時の符号化動作例を示す概念図である。

【図6】第1の実施形態のACK信号伝送誤り発生時の符号化動作例を示す概念図である。

【図7】第2の実施形態の画像符号化装置（送信側）の機能構成例を示すブロック図である。

【図8】第2の実施形態の参照フレーム更新部の詳細機能構成例を示すブロック図である。

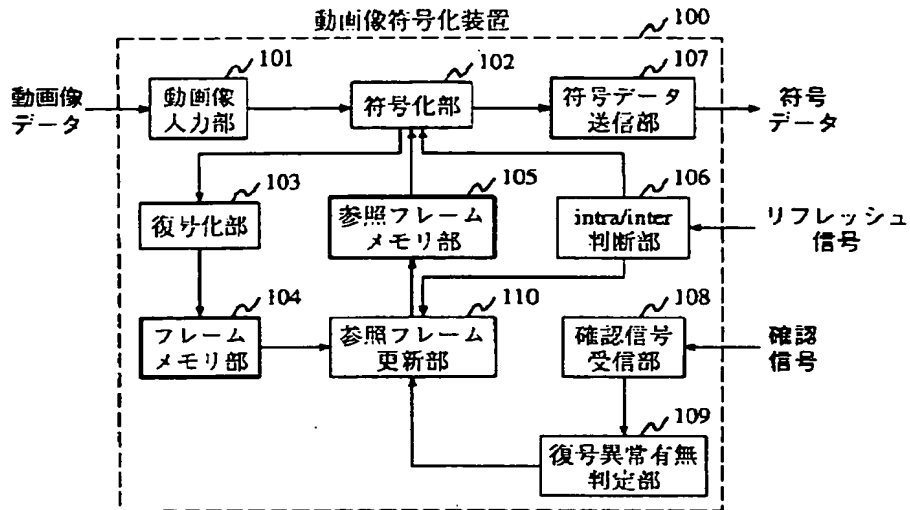
【図9】第2の実施形態の伝送誤り発生時の符号化動作例を示す概念図である。

【図10】Activeモードでの伝送誤り発生時の符号化動作例を示す概念図である。

【符号の説明】

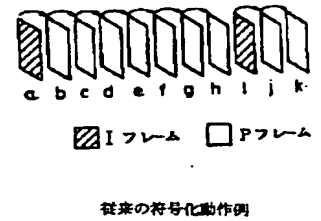
100、200・・・動画像符号化装置、101・・・動画像入力部、102・・・符号化部、103・・・復号化部、104・・・フレームメモリ部、105・・・参照フレームメモリ部、106・・・intra/inter 判断部、107・・・符号データ送信部、108・・・確認信号受信部、109、201・・・復号異常有無判定部、110・・・参照フレーム更新部、202・・・参照フレーム適応更新部、203・・・伝送状態判定部、204・・・更新方法切替部、110・・・参照フレーム更新部、111・・・フレーム番号設定部、112・・・最新受信番号検出部、113・・・候補番号消去部、114・・・参照フレーム候補番号記録部、115・・・データコピー部、202・・・参照フレーム適応更新部、205・・・フレーム番号適応設定部。

【図1】

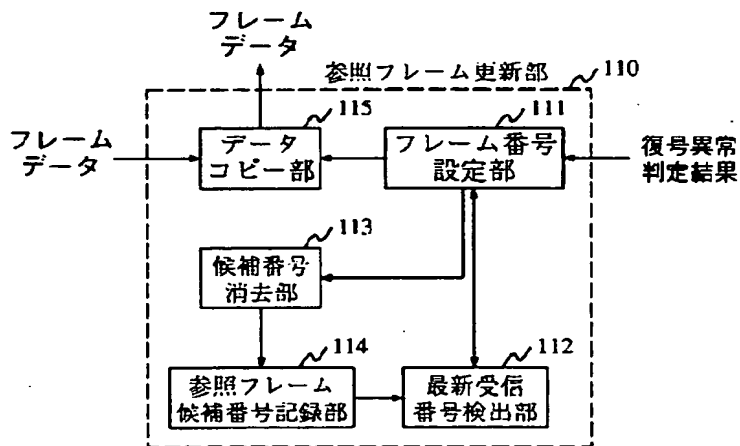


第1の実施形態の画像符号化装置(送信側)の機能構成例

【図3】

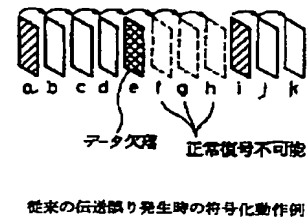


【図2】



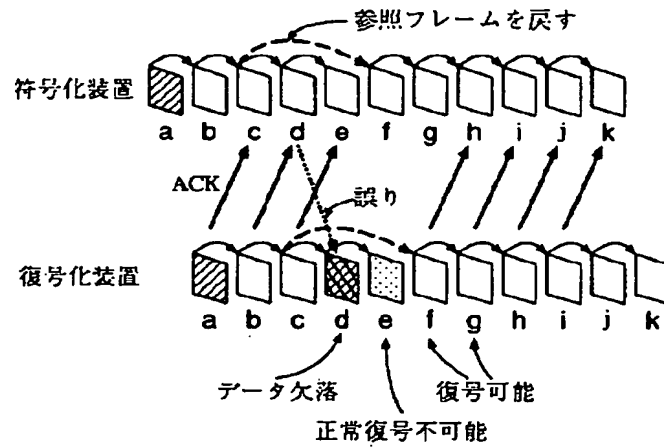
第1の実施形態の参照フレーム更新部の詳細機能構成例

【図4】



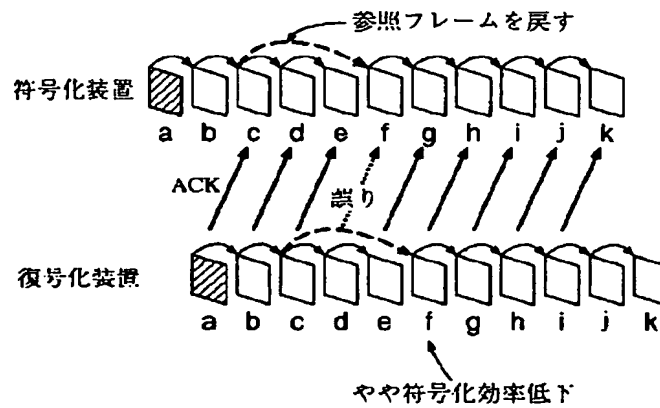
従来の伝送誤り発生時の符号化動作例

【図5】



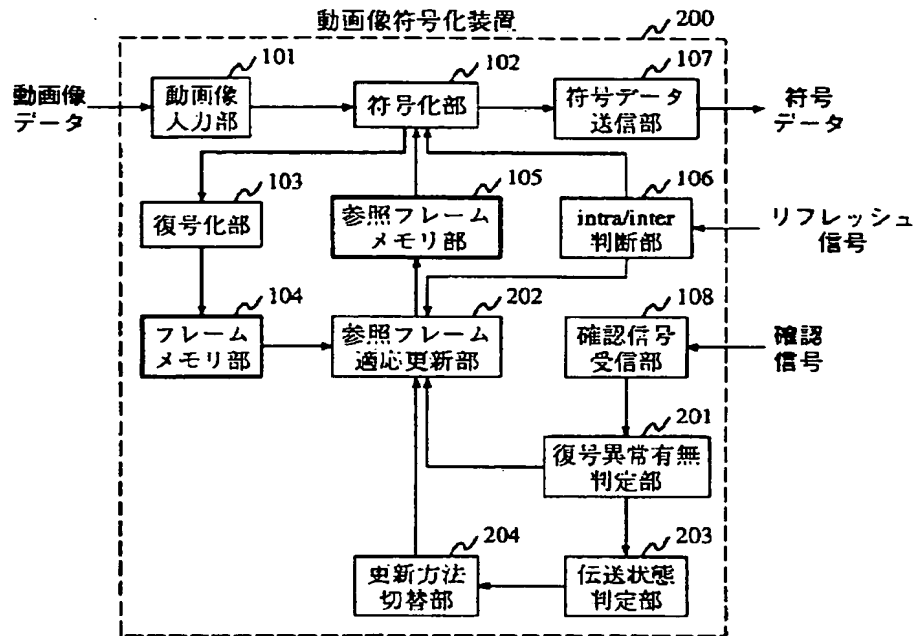
第1の実施形態の伝送誤り発生時の符号化動作例

【図6】



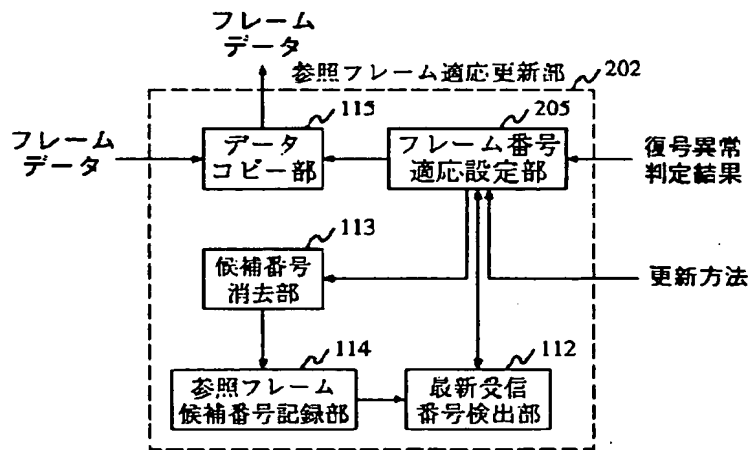
第1の実施形態のACK信号伝送誤り発生時の符号化動作例

【図7】



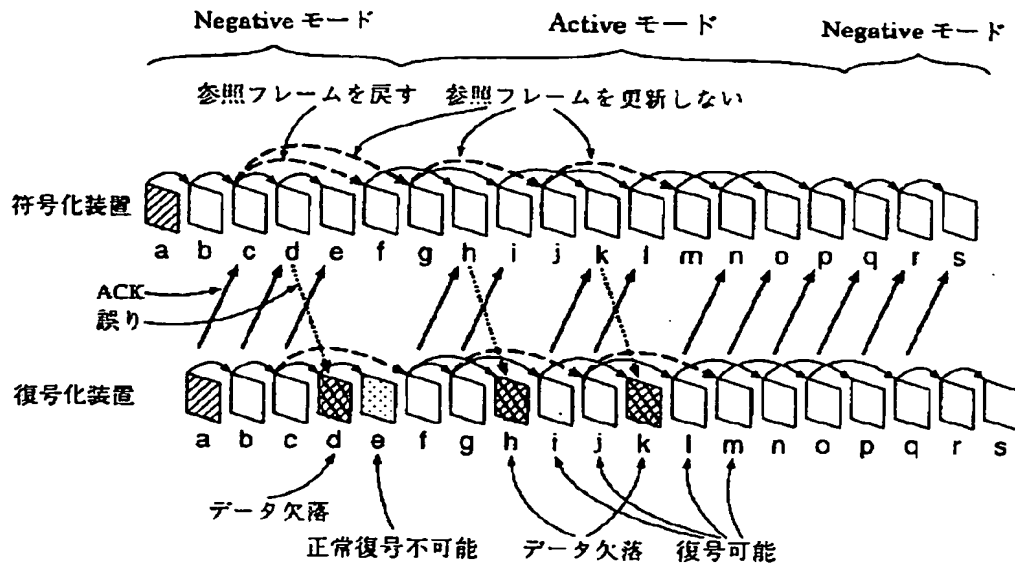
第2の実施形態の画像符号化装置(送信側)の機能構成例

【図8】



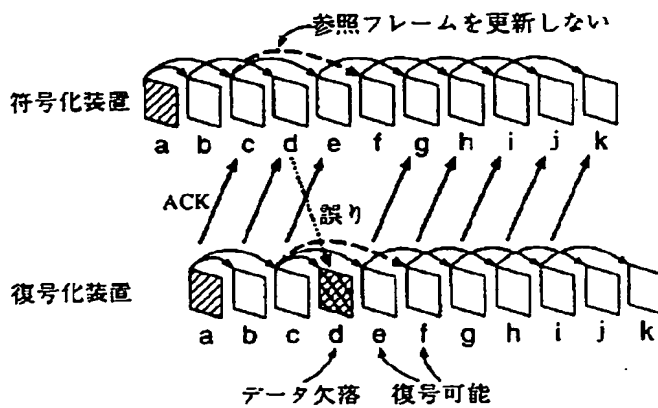
第2の実施形態の参照フレーム更新部の詳細機能構成例

【図9】



第2の実施形態の伝送誤り発生時の符号化動作例

- 【図10】



Activeモードでの伝送誤り発生時の符号化動作例



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**